

## 開削工事における土留壁の性能評価（その2 土留壁の剛性評価）

中之島高速鉄道 長瀧元紀  
 京阪電気鉄道 泉谷透  
 地域地盤環境研究所 正 長屋淳一

## 1. はじめに

本稿では、前稿その1に引き続き、調査工事における各土留壁の変位計測結果及び土留壁の剛性の評価について報告する。

## 2. 中之島新線および調査工事の概要

調査工事は1辺が約12mの四角形状の掘削部を設け、SC連壁、SMW(従来工法)、UD-HOMET(SMW改良型)、ONS-8工法の4工法により各土留壁を構築し、掘削に伴う土留変形の計測を行った。地盤条件は層厚約15mの軟弱な沖積粘土層が堆積しており、その下層には透水性が良く硬質のAsg、Tg1層が堆積している。尚、施工位置、土質縦断面図、掘削断面形状については、「開削工事における土留壁の性能評価(その1 土留壁の遮水性評価)」を参照されたい。

## 3. 土留壁の剛性について

## 1) 土留壁の変位の計測結果

図-1に各土留壁における水平変位計測結果および設計値を示す。水平変位の計測値はいずれの土留壁も掘削底面付近をピークとした変形が発生しており、変位分布はほぼ同様であるが、設計値に比べて土留頭部の変位量が小さく、覆工桁により変位が抑制されていると思われる。最終掘削時における最大変位はSC連壁が11.6mmに対して他の3工法は21.7~23.8mmであり、SC連壁が他の3工法に比べて2倍程度の曲げ剛性を有していると思われる。これは、土留壁に用いた芯材の曲げ剛性はほぼ等価であるが、芯材周りがコンクリートとソイルセメントの違いがあり、SC連壁

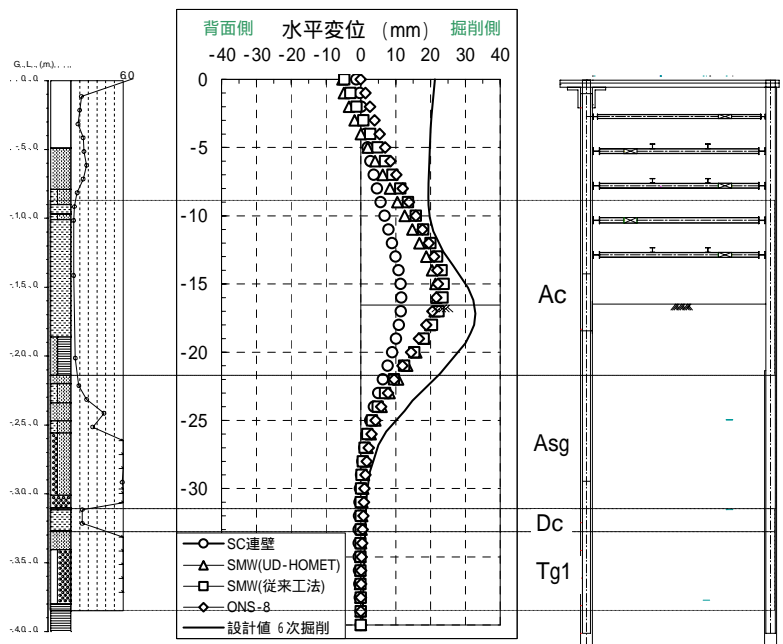


図-1 各土留壁における水平変位計測結果および設計値

ではリブ付の芯材により芯材とコンクリートが一体化し、より曲げ剛性が増加していることが考えられる。計測結果と設計値を比較するとSC連壁は設計値の35%、他の3工法は65~72%程度である。しかし、今回の調査工事は12m四方の矩形形状の掘削であり、矩形形状による拘束効果により変形が抑制されていることが考えられる。

## 2) 矩形形状による拘束効果の検討

矩形形状による拘束効果を検討するために、2次元および3次元のFEM解析を実施し、両者の変位量の比率より矩形拘束効果率を求めた。図-2にFEM解析のメッシュ図を示す。2次元解析では、土留壁をビーム要素とし、鋼材とソイルセメントの変形係数E、断面積A、断面2次モーメントIより次式により両者を一体化した等価剛性を求めた

## 等価剛性パラメータ

$$E_{eq} = E_s \quad A_{eq} = (E_s A_s + E_c A_c) / E_{eq} = A_s + E_c A_c / E_s \quad I_{eq} = (E_s I_s + E_c I_c) / E_{eq} = I_s + E_c I_c / E_s$$

$$\cdot \text{鋼材} : E_s \quad A_s \quad I_s \quad \cdot \text{ソイルセメント} : E_c \quad A_c \quad I_c$$

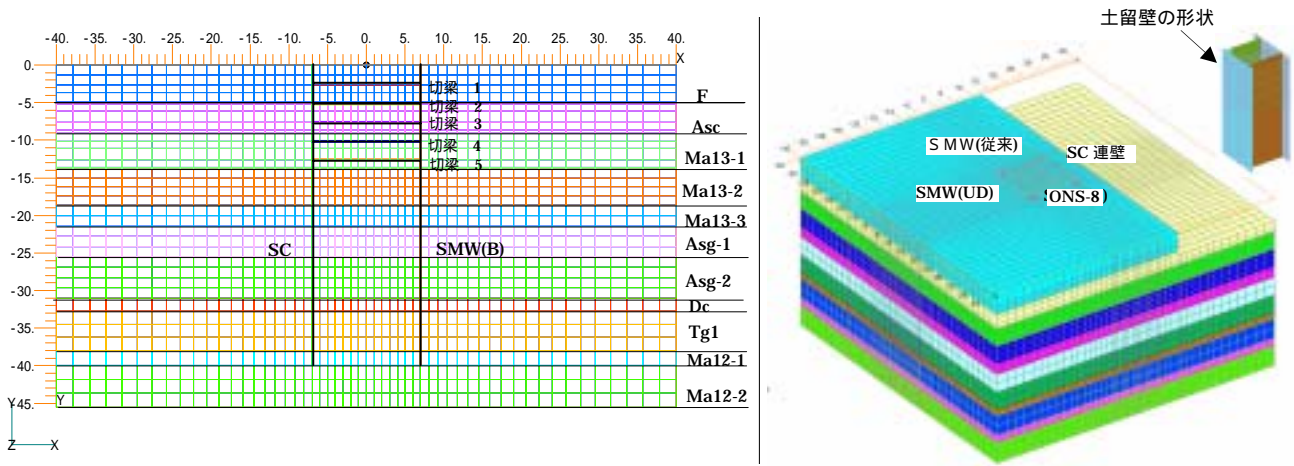


図-2 2次元，3次元 FEM 解析のメッシュ図

3次元解析では，土留壁の鋼材をビーム要素，ソイルセメントを板要素とした。矩形形状の掘削による土留変位の拘束効果は，土留壁水平方向の曲げ剛性に依存するためにソイルセメント部の変形係数をパラメータとして，

$E_c = 2.4 \times 10^7, 2.4 \times 10^6, 1.0 \times 10^5, 1.0 \times 10^4$  (kN/m<sup>2</sup>)のケースについて解析を行った。図-3に2次元および3次元 FEM 解析における土留壁の水平変位を示す。また，図-4にこれらの解析結果より求められるソイルセメントの変形係数と矩形拘束効果率の関係を示す。矩形形状の掘削による土留変位の拘束効果は，ソイルセメントの変形係数を  $E = 3.0 \times 10^5 \sim 5.0 \times 10^5$  kN/m<sup>2</sup> 程度（ソイルセメントの圧縮試験における応力～ひずみ関係より）とすると矩形変位拘束率は10%程度であり，矩形形状の掘削による拘束効果を考慮すると2次元状態における土留壁の水平変位は設計値の73～80%程度であると推定される。

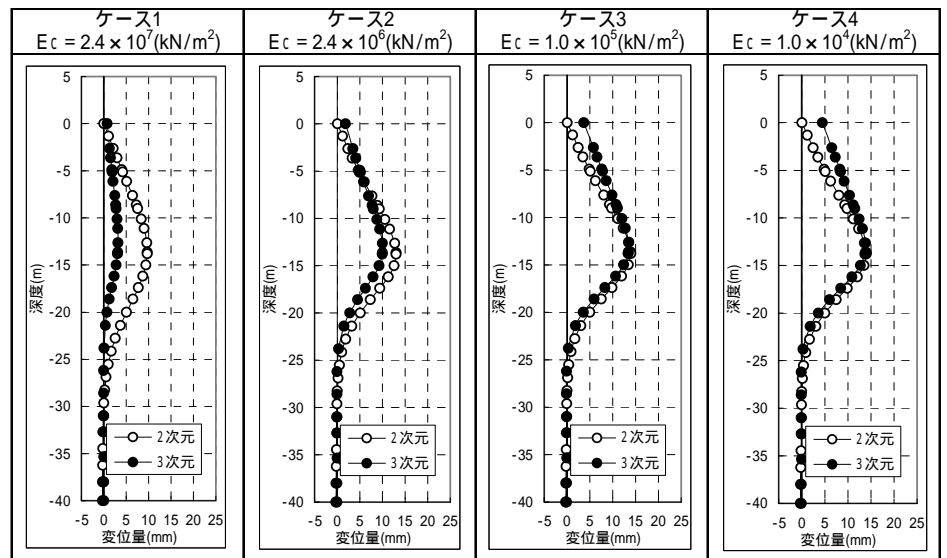


図-3 2次元および3次元 FEM 解析における土留壁の水平変位

6. おわりに

1)土留変位は，矩形拘束効果を考慮しても設計値の73～80%程度に収まっており，各土留壁ともに層厚の厚い軟弱粘土地盤の掘削においても所定の剛性を有すると判断された。また，SC 連壁は，コンクリートにリブ付芯材を採用していることもあり，他の3工法に比べて剛性が高い結果が得られた。

2)今回の調査工事の結果より厚い軟弱粘土層を掘削する場合の土留壁の選定および今後の掘削施工に際して有用な情報を得ることができた。今後は施工性，経済性も含めて総合評価した上で採用工法を決定することとし，矩形拘束効果を考慮した計測結果について逆解析を実施して，土留設計における土質パラメータおよび覆工桁の拘束効果を評価し，合理的な設計を検討していきたい。

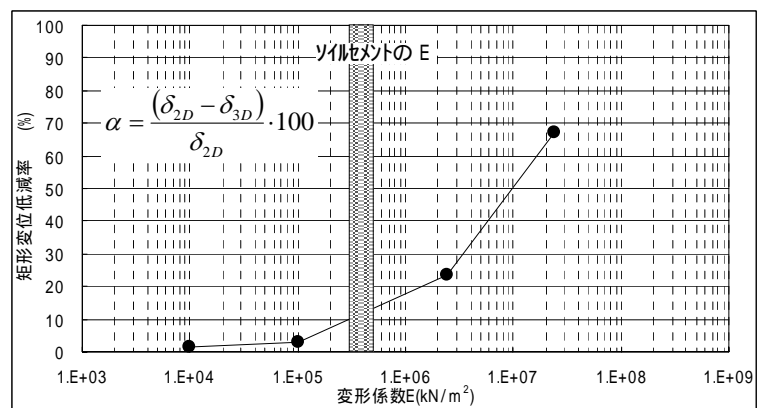


図-4 ソイルセメントの変形係数と矩形拘束効果率 の関係